



Gestion des risques naturels- Lecons de la tempête Xynthia

Valentin Przyluski, Hallegatte Stéphane

► To cite this version:

Valentin Przyluski, Hallegatte Stéphane. Gestion des risques naturels- Lecons de la tempête Xynthia. 2012, 9782759218202. <hal-01079801>

HAL Id: hal-01079801

<https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-01079801>

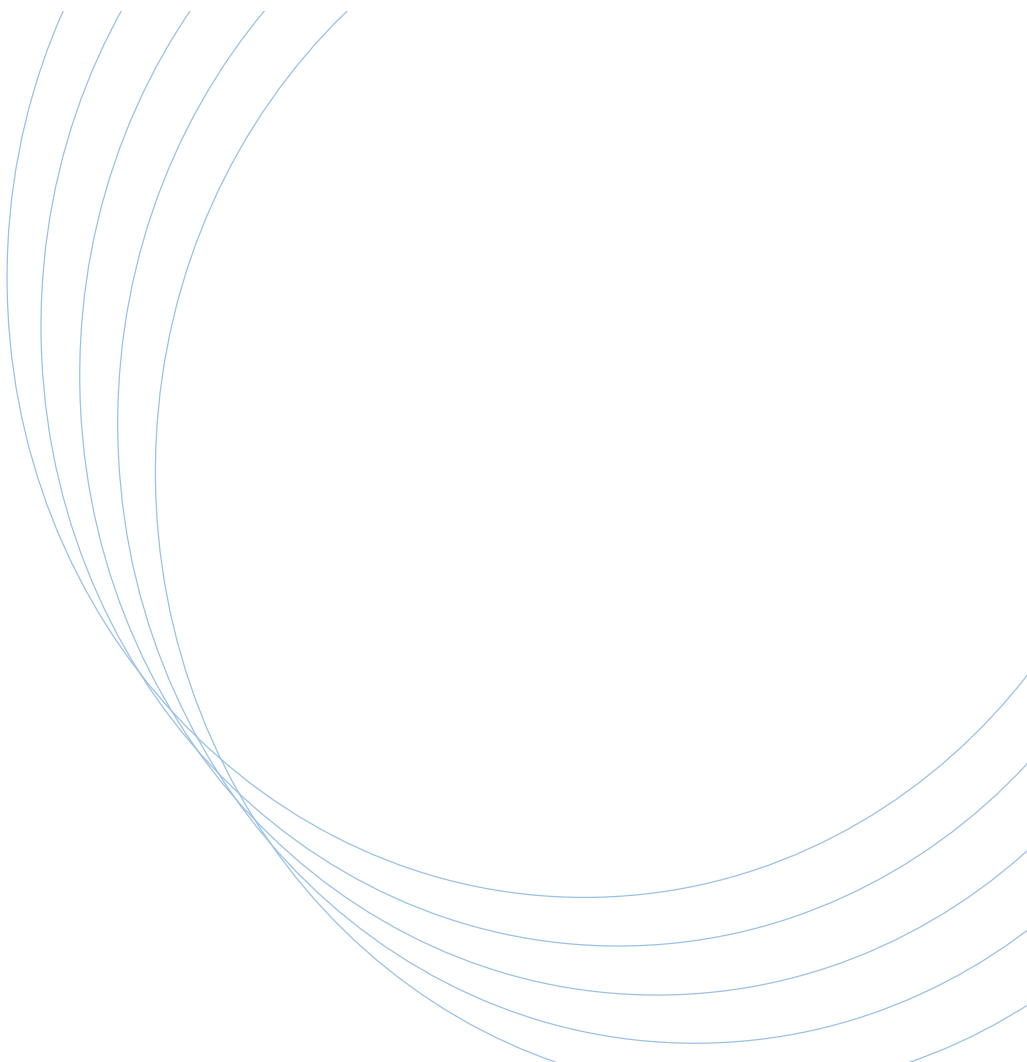
Submitted on 3 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Partie I

La tempête Xynthia et ses conséquences





1 – Xynthia : le déroulement de la tempête et ses conséquences en France

Elisabetta Genovese, Valentin Przyluski, François Vinit, Michel Déqué

LA TEMPÊTE XYNTHIA, qui a balayé plusieurs pays européens entre le 26 février et le 1^{er} mars 2010, est née d'une dépression atmosphérique située sur l'Atlantique à des latitudes très basses. Cette dépression s'est intensifiée en se déplaçant vers l'île de Madère, puis a évolué en tempête près des côtes portugaises. Après avoir frappé le Portugal et l'Espagne au maximum de son intensité, ses vents ont atteint les côtes atlantiques françaises pendant la nuit du 27 au 28 février. Au final, le système a principalement touché l'Espagne (îles Canaries, Galice, Asturies et Pays basque), le Portugal, la France (Aquitaine, Poitou-Charentes, Pays-de-la-Loire, Bretagne et Normandie), la Belgique, le Luxembourg, l'Allemagne et dans une moindre mesure, le Royaume-Uni, la Scandinavie ainsi que les pays bordant la mer Baltique³.

La tempête a traversé la France selon un axe sud-ouest / nord-est allant de La Rochelle à Metz. Les dommages provoqués par ses vents violents se sont répartis sur une plus large part du territoire, alors que ceux causés par les inondations se localisaient près des côtes⁴.

Sur le plan météorologique, Xynthia a certes été une tempête remarquable, moins « exceptionnelle » cependant que les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 et Klaus de janvier 2009⁵. Sa particularité vient des submersions marines qu'elle a causées, plus que des vitesses de vent.

Ainsi, Xynthia a engendré des élévations importantes du niveau local de la mer, qui ont eu lieu simultanément à une pleine mer dans une phase de fort coefficient de marées, causant ainsi de fortes submersions marines sur les côtes des départements de la Charente-Maritime, de la Vendée et dans les Côtes-d'Armor. C'est l'ensemble de ces éléments qui resteront comme le « phénomène » Xynthia.

Sur le plan humain, le passage de Xynthia a causé le décès de 59 personnes en Europe et de nombreux dégâts matériels. En France, Xynthia a été l'événement le plus meurtrier

3. <http://www.actualites-news-environnement.com/25896-Xynthia-debut-chantier-demolition-maisons.html>

4. La tempête Xynthia du 28 février 2010 – Bilan chiffré au 31 décembre 2010 FFSA/Gema – février 2011.

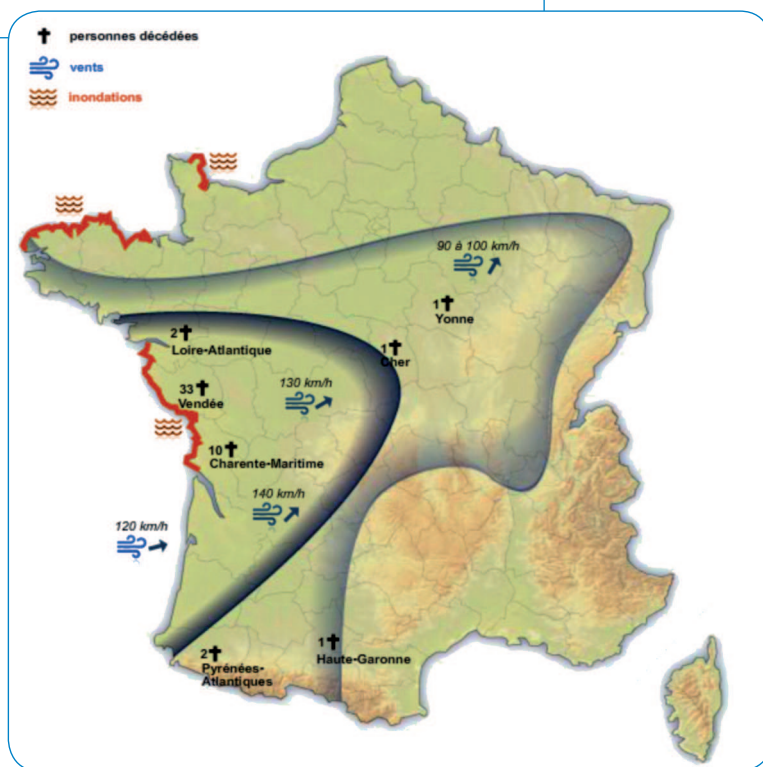
5. Direction départementale des Territoires et de la Mer de la Charente-Maritime, Élaboration d'un document « Éléments de mémoire et retour d'expérience » de l'événement Xynthia. Chapitre 2 : Analyse du phénomène « hydrométéorologique ».

depuis les tempêtes de décembre 1999 – où 47 personnes avaient trouvé la mort –, dont 41 décès liés directement à la submersion marine. Les dommages matériels de la tempête ont été estimés à 157,7 millions d'euros par les assureurs (Mercier et Acerra, 2011). C'est à ce titre l'un des événements à caractère local le plus important de France métropolitaine et un événement côtier d'une ampleur inédite en France, en terme de victimes.

Chronologie de l'événement

LE 26 FÉVRIER, XYNTHIA APPROCHE LES ÎLES CANARIES, où elle cause quelques dégâts matériels. La cyclogenèse s'accroît tandis que la tempête remonte le long des côtes du

Figure 1.1. Localisation des zones les plus touchées par la tempête Xynthia.



Source : Météo France, Eumetsat, AFP.

Portugal, poursuivant vers le golfe de Gascogne, et provoque la mort de trois personnes en Espagne. Le centre dépressionnaire touche le golfe de Gascogne dans la soirée du 27 février, pour ensuite pénétrer à l'intérieur des terres la nuit du 28 février. La marée est de fort coefficient et en situation de marée haute, de fortes rafales de vent et des vagues hautes provoquent alors un phénomène de surcote dans plusieurs régions du littoral français, particulièrement en Charente-Maritime et en Vendée (cf. chapitre 2, cet ouvrage). Les ruptures de digues conduisent à de graves inondations dans plusieurs communes. La soudaine élévation du niveau de la mer provoque également un reflux dans les estuaires, pénétrant à l'intérieur des terres, en particulier à L'Aiguillon-sur-Mer et à La Faute-sur-Mer. Le village de la Faute-sur-Mer est ainsi encerclé par les eaux du fait de sa situation géographique en presqu'île.

Les rafales de vent les plus fortes touchent une large bande du territoire, orientée selon un axe sud-ouest/nord-est de la Charente-Maritime aux Ardennes. En bordure de la dépression, des vents violents sont aussi observés en montagne, au pied des Pyrénées, dès l'après-midi du 27, et dans la vallée du Rhône (figure 1.1).

Xynthia atteint la région parisienne le matin du 28 février. Les vents se déplacent ensuite vers les régions du Centre, la Normandie et le Nord-Pas-de-Calais, affectant aussi le Royaume-Uni. Au cours de l'après-midi, la tempête rejoint la Belgique, le Luxembourg, les Pays-Bas, l'Allemagne et la Scandinavie. Elle se termine enfin pendant la journée du 1^{er} mars en atteignant la partie sud de la mer Baltique.

I Contexte météorologique

Pour mieux comprendre les conséquences de l'événement et expliquer un bilan humain si lourd, il est nécessaire d'analyser le phénomène d'un point de vue météorologique. Xynthia n'a pas atteint le caractère exceptionnel des tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999, ni celui de Klaus de janvier 2009. Les vitesses maximales enregistrées en plaine, de 160 km/h sur le littoral et de 120 km/h à 130 km/h dans l'intérieur des terres, sont modérées et inférieures à celles relevées lors des tempêtes Lothar, Martin et Klaus, où des rafales près de 200 km/h sur le littoral et 150 à 160 km/h à l'intérieur des terres avaient été enregistrées.

Au contraire des commentaires sur la tempête pendant son déroulement⁶, on observe que Xynthia ne peut pas être qualifiée de « tempête explosive », son creusement⁷ étant « classique » pour une dépression hivernale. Lors des tempêtes de décembre 1999, la pression avait chuté de 32 hectopascals sur le même laps de temps⁸. Si l'on considère ces paramètres, la tempête ne peut pas être considérée comme exceptionnelle en raison de sa violence.

6. La tempête a pu être qualifiée d'explosive pendant l'événement, en Espagne notamment.

7. Une diminution de 20 hPa en plus de 24 h.

8. Données et description de la tempête par Météo France disponibles sur : http://france.meteofrance.com/france/actu/actu?portlet_id=50150&document_id=22089

En revanche, il faut noter que la zone de formation, en plein Atlantique et la trajectoire de Xynthia sont atypiques. Les dépressions atlantiques qui touchent l'Europe de l'Ouest se développent en effet rarement à des latitudes aussi basses.

Surtout, une conjonction de facteurs fait de Xynthia un phénomène singulier, au-delà des caractéristiques propres de la tempête. En effet, la tempête Xynthia, « dépression barométrique très accusée », est arrivée sur les côtes françaises à son intensité maximale et, fait remarquable, en phase avec la pleine mer d'une marée d'équinoxe à fort coefficient (de 102 contre 77 au moment du passage de la tempête Martin en 1999⁹ ; Verger et Chaumillon, 2010). Les rafales de vent ont également généré des vagues déferlantes qui se sont combinées à l'augmentation

Les tempêtes sur la France : scénarios à partir de modèles numériques de climat (Michel Déqué)

L'évolution de la typologie des tempêtes dans un climat futur est objet d'études depuis le début des recherches sur le changement climatique. L'impact des catastrophes naturelles, et en particulier des tempêtes, sur les sociétés humaines explique l'intérêt important pour l'étude de leurs évolutions potentielles. Une amplification ou une aggravation du phénomène serait particulièrement coûteuse. De fait, les catastrophes naturelles sont l'objet de rapports médiatiques fréquents, d'attentions particulières à chaque occurrence, car leurs impacts, qui sont perçus comme violents, rappellent une certaine vulnérabilité aux aléas, dont les pays développés ont l'impression de s'être progressivement affranchis.

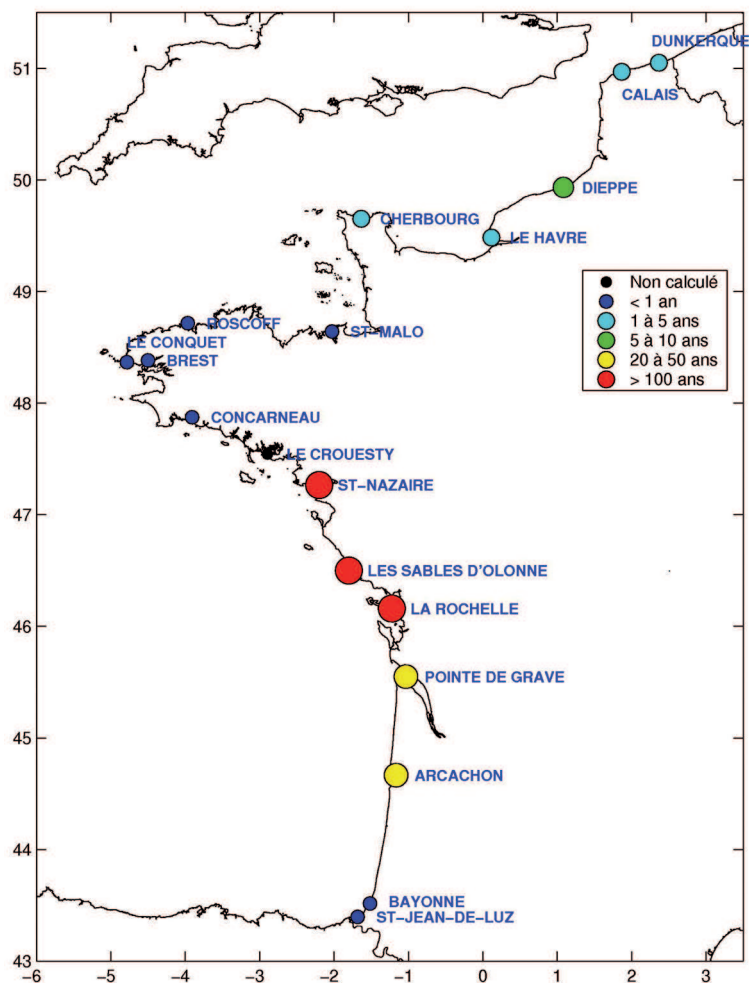
Les études concernant l'évolution du phénomène tempête sous changement climatique s'intéressent à l'évolution de leur typologie selon trois axes de recherche : l'évolution de fréquence, l'évolution d'intensité et l'évolution de trajectoire. Ces aspects déterminent l'évolution du risque : les deux premiers aspects concernent une évolution potentielle de l'aléa, tandis que le troisième concerne une évolution de l'exposition au risque (différentes zones ont des densités de population et de capital installé différents).

La perception médiatique courante laisserait croire à une progression des catastrophes naturelles et voudrait y voir un lien avec le changement climatique. Dans le cas des tempêtes, cela n'est pas à ce jour établi en ce qui concerne leur fréquence et leur intensité. Des évolutions concernant la localisation de trajectoire sont toutefois envisageables.

L'état de l'art dans ce domaine progresse (cf. encadré) et, à ce jour, les perspectives pour la France ne font pas état d'évolution majeure, l'incertitude demeurant prépondérante (cf. encadré). Les tempêtes restent des phénomènes particulièrement difficiles à étudier car leurs formations résultent d'une combinaison de paramètres, tel que la température de surface des océans, dont l'influence demeure incertaine indépendamment les uns des autres.

9. <http://actualite.lachainemeteo.com/actualite-meteo/2010-02-27/inondations-littorales---le-danger...-5685.php?>

Figure 1.2. Estimation des périodes de retour associées aux hauteurs de pleine mer observées lors du passage de la tempête Xynthia (Pineau-Guillou *et al.*, 2010).



du niveau de la mer due à la dépression¹⁰, donnant lieu à une submersion marine importante. C'est ainsi la simultanéité de ces phénomènes qui a provoqué de graves inondations dans les zones côtières de la Vendée, de la Charente-Maritime et dans les Côtes-d'Armor.

I Observations marégraphiques

Les basses pressions et les forts vents ont provoqué une élévation du niveau de la mer, appelée surcote, d'une ampleur rarement atteinte, d'après les 18 marégraphes du Réseau d'observation du niveau de la mer (Ronim) en Manche et Atlantique. À La Rochelle, la surcote de pleine mer a été particulièrement importante (153 cm). Une telle surcote n'avait jamais été observée depuis l'installation du marégraphe en 1997. L'analyse des enregistrements des marégraphes confirme que la hauteur d'eau résultante a dépassé les niveaux statistiques de retour centennal sur le littoral de La Rochelle¹¹. Elle a été supérieure à la surcote de pleine mer maximale observée à Brest (142 cm, enregistrée lors de la tempête du 15 octobre 1987), où plus de 150 ans de mesures sont disponibles.

Pineau-Guillou *et al.* (2010) ont fait une estimation des périodes de retour des niveaux marins¹² atteints pendant Xynthia, pour les côtes de la Manche et de l'Atlantique. La figure 1.2 synthétise les estimations des périodes de retour associées aux surcotes et aux hauteurs de pleine mer observées. La zone la plus touchée s'étend de Saint-Nazaire à La Rochelle, avec des périodes de retour de hauteur de pleine mer supérieures à 100 ans (c'est-à-dire une probabilité d'occurrence inférieure à 1 % par an). Les sites de la Pointe de Grave et Arcachon ont également enregistré des hauteurs de pleine mer exceptionnelles et de périodes de retour comprises entre 20 et 50 ans (Pineau-Guillou *et al.* 2010).

Déroulement de l'événement en France

DEVANT L'APPROCHE D'UNE TEMPÊTE POTENTIELLEMENT DESTRUCTRICE, le samedi 27 février 2010, Météo France prend la décision de placer 66 départements en vigilance orange dans son bulletin de 6 h du matin. En matinée, la dépression se rapproche de la Corogne et son creusement s'accélère. Le Portugal et l'Espagne sont soumis à des rafales de plus de 150 km/h pendant plusieurs heures.

À 16 h de la même journée, les départements de la Vendée, la Charente-Maritime, les Deux-Sèvres et la Vienne sont placés en vigilance rouge (vents violents) par les services de Météo-France. Les 70 départements restants sont placés en vigilance orange (figure 1.3).

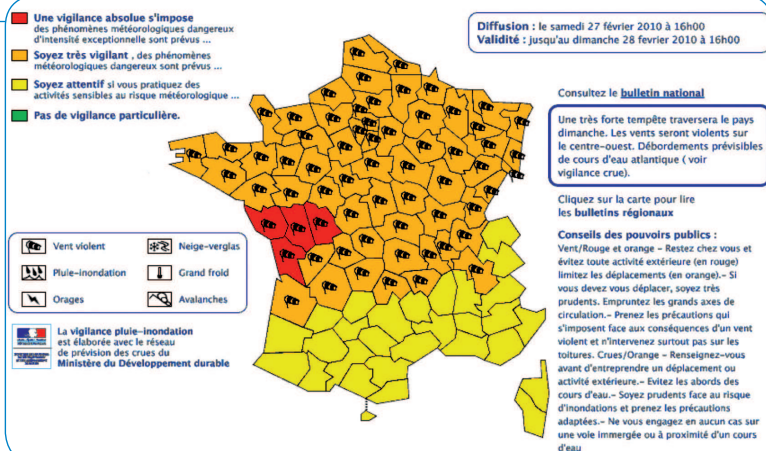
La tempête frappe la France dans la nuit du 27 au 28 février et une partie de la journée du 28. Des rafales de vent à 160 km/h (île de Ré) et même 161 km/h dans les Deux-Sèvres,

10. Une pression comprise entre 963 et 973 hectopascals provoque une élévation de 40 à 50 centimètres du niveau de la mer.

11. Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA), Groupement des entreprises mutuelles d'assurance (Gema), 2010 ; voir bibliographie.

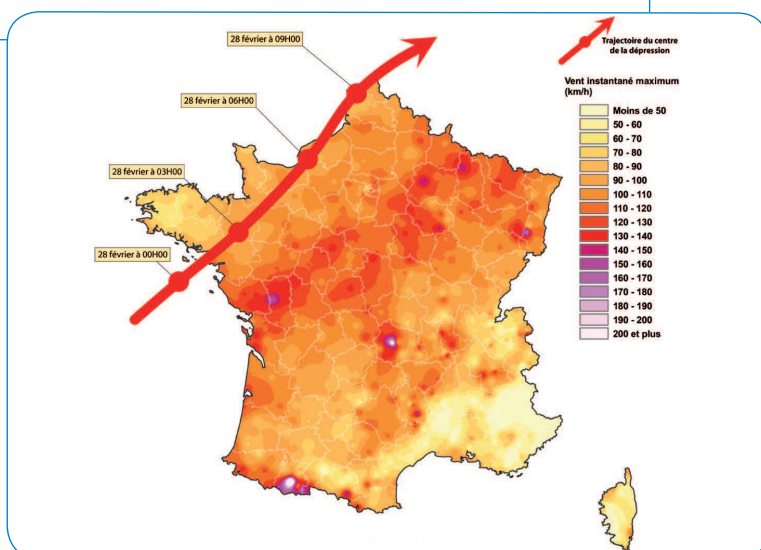
12. Le temps statistique entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donné.

Figure 1.3. Carte de vigilance météorologique le samedi 27 février à 16 h.



© Météo-France.

Figure 1.4. Trajectoire du centre dépressionnaire associé à la tempête Xynthia et valeurs de vent instantané maximum (vent à 10 m au-dessus du sol).



© Météo-France.

et de 200 km/h sur les crêtes des Pyrénées (242 km/h au Pic du Midi) sont enregistrées localement (figure 1.4). Les littoraux charentais et vendéen sont les plus durement touchés par ces conditions extrêmes (133 km/h à La Rochelle, 137 km/h à Royan, 140 km/h à Saint-Agnant et 160 km/h à Saint-Clément-des-Baleines). L'intérieur des terres n'est cependant pas épargné (132 km/h à Blois et Châteauroux, 127 km/h à Nangis, 126 km/h à Niort, 123 km/h à Poitiers et 136 km/h à Metz).

La conjonction de vents et de marées de fort coefficient a conduit à la rupture de plusieurs digues, menant à d'importantes inondations dans les départements de Vendée (La-Tranche-sur-Mer, L'Aiguillon-sur-Mer, La Faute-sur-Mer), de Charente-Maritime (Aytré, Fouras, Châtelailon, Boyardville, La Rochelle) ou de Gironde (Andernos, Cap-Ferret). Des dizaines de personnes ont été évacuées de leur maison prise par les eaux, soit par hélicoptère, soit par bateaux¹³.

Les grandes avancées dans l'étude des tempêtes sous perspective de changement climatique (Michel Déqué)

Dans le 3^e rapport du Giec (IPCC, 2001) on a considéré la variance du champ de pression sur l'Atlantique, filtrée dans la plage 2 à 6 jours. En effet, la faible résolution horizontale des modèles (300-500 km) ne permettait pas de produire des tempêtes réalistes. On a constaté une augmentation de cette variabilité et émit l'hypothèse que les tempêtes pourraient augmenter avec le réchauffement climatique.

Dans Vérant (2004) un modèle atmosphérique à moyenne résolution sur l'Europe (60 km) est utilisé. Ce modèle global produit spontanément des phénomènes assez proches des tempêtes. On peut les identifier et les suivre de 6 h en 6 h. On peut ainsi construire des trajectoires et compter les tempêtes qui atteignent l'Europe dans un climat de référence et un climat plus chaud. On constate que leur nombre augmente sur la moitié nord de l'Europe et diminue sur la moitié sud. La France se trouve entre ces deux zones et ne subit pas de modification sensible. Cependant les vents en surface dans le modèle sont trop faibles pour pouvoir dire quelque chose sur l'intensité des tempêtes.

Dans le projet GICC-IMFEX (Déqué, 2005) diverses méthodes d'adaptation statistique (régression, régimes de temps) sont mises en œuvre pour relier la simulation atmosphérique ci-dessus aux vents observés sur la France. La conclusion est que l'impact sur l'intensité des vents les plus forts est marginal, avec une légère augmentation sur la moitié nord du pays et une légère diminution sur la moitié sud (quelques km/h).

IPCC, 2001. *Climate Change 2001, IPCC Third Assessment Report. The Scientific Basis*, Cambridge Univ Press, 881 p.

Vérant S., 2004. Le bilan hydrologique régional en Europe : étude de sa variabilité à l'aide de simulations numériques. Thèse de l'ENGREF, 229 p.

Déqué M., 2005. Rapport final du projet GICC-IMFEX. En ligne : <http://imfex.mediasfrance.org/web/>. 44 p. et 8 annexes

13. http://www.ouest-france.fr/actu/actuDet_-La-tempete-a-fait-au-moins-45-morts-en-France_39382-1279409_actu.htm

Vulnérabilités

Le bilan humain de la tempête Xynthia en France est particulièrement élevé. Xynthia a fait au total 47 victimes¹⁴ et 79 blessés, dont 29 décès dans le seul département de la Vendée, tous dans la commune de La Faute-sur-Mer, 12 en Charente-Maritime, 2 en Loire-Atlantique, 2 en Pyrénées-Atlantiques, 1 dans le département des Hautes-Pyrénées et 1 dans l'Yonne. Des 47 décès, 6 sont liés aux effets du vent et aux effets indirects et les 41 victimes à La Faute-sur-Mer et en Charente-Maritime directement causées par la submersion marine.

■ La vulnérabilité des personnes

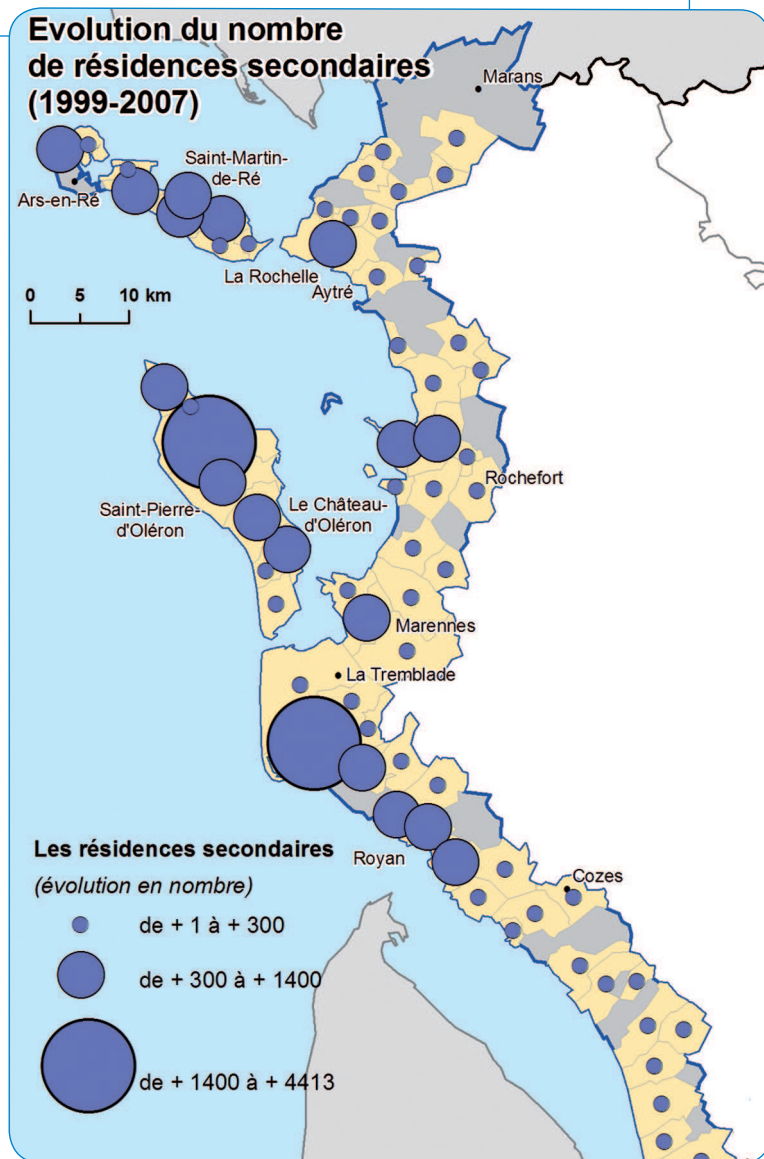
L'âge moyen des victimes est élevé, la plupart ayant plus de 60 ans. L'événement de submersion ayant eu lieu pendant la nuit, les personnes à mobilité plus réduite ont été surprises à domicile dans leur sommeil (Vinet *et al.*, 2011, tiré de Mercier et Acerra, 2011). Plus généralement, les personnes âgées et les enfants sont considérés comme les plus vulnérables.

Toutefois, l'âge des victimes est également élevé en raison d'une différence d'exposition au risque. En effet, les personnes présentes en février dans les zones affectées, notamment dans les résidences secondaires, étaient des retraités. Ainsi, les régions touchées connaissent deux types de croissance démographique : d'une part des communes qui se sont développées en profitant de la péri-urbanisation autour de La Rochelle et d'autre part des communes où la croissance immobilière est essentiellement liée à la construction de résidences secondaires, notamment occupées par des retraités. Il n'est pas aisé d'établir si les personnes âgées ont été proportionnellement plus touchées que les autres, même si cette présomption revient souvent dans les retours d'expérience.

L'attractivité du littoral de Poitou-Charentes a fait l'objet de deux contributions spécifiques (Louis, 2010 ; Vye, 2010) présentées aux journées consacrées à Xynthia à La Rochelle en juin 2010 et publiées dans Sauzeau *et al.* (2010). Les figures 1.5 et 1.6 suggèrent une forte évolution de la population sur le littoral de Poitou-Charentes entre 1999 et 2007. En effet, la population a augmenté de manière importante dans de nombreuses communes du littoral, souvent en conjonction avec une augmentation importante du nombre de résidences secondaires. La figure 1.7 précise cette hypothèse en présentant les impacts différenciés du solde naturel et du solde migratoire sur la densité de population en Poitou-Charentes. Le solde migratoire apparaît être le facteur principal de la densification du littoral.

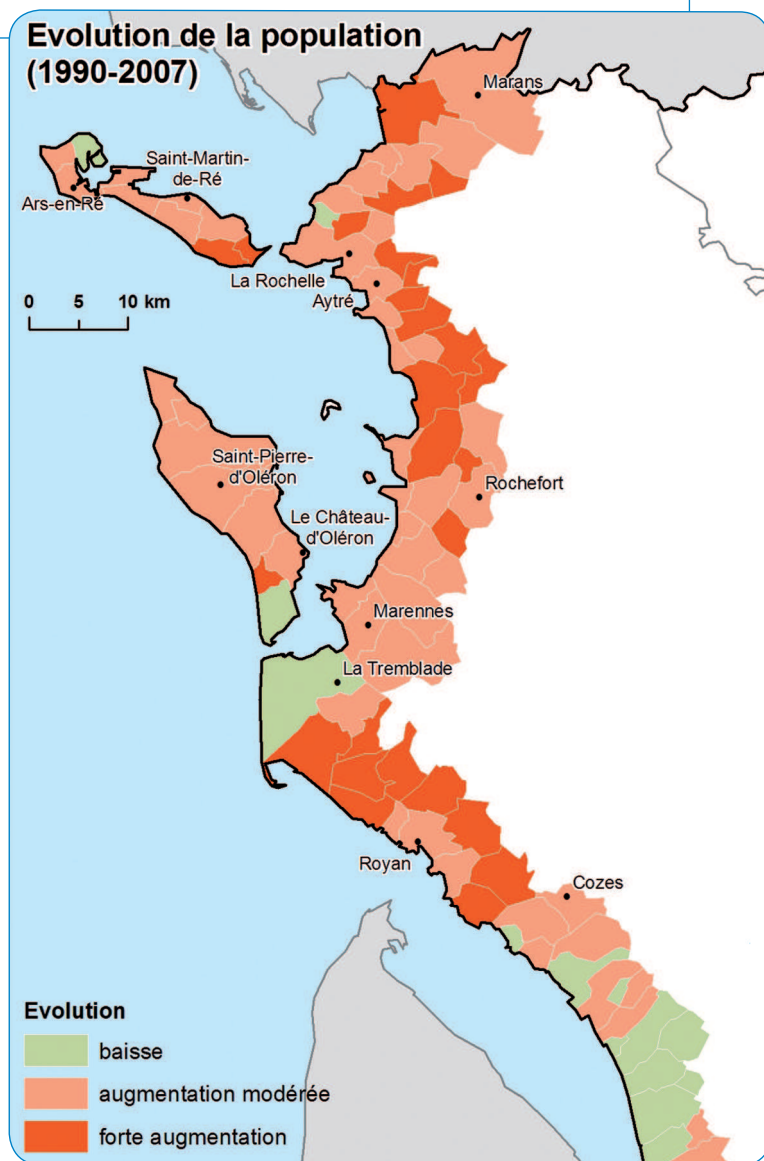
14. http://www.lepoint.fr/societe/tempete-xynthia-le-bilan-est-de-47-morts-et-pas-53-25-06-2010-470318_23.php

Figure 1.5. Évolution du nombre de résidences secondaires (1999-2007).



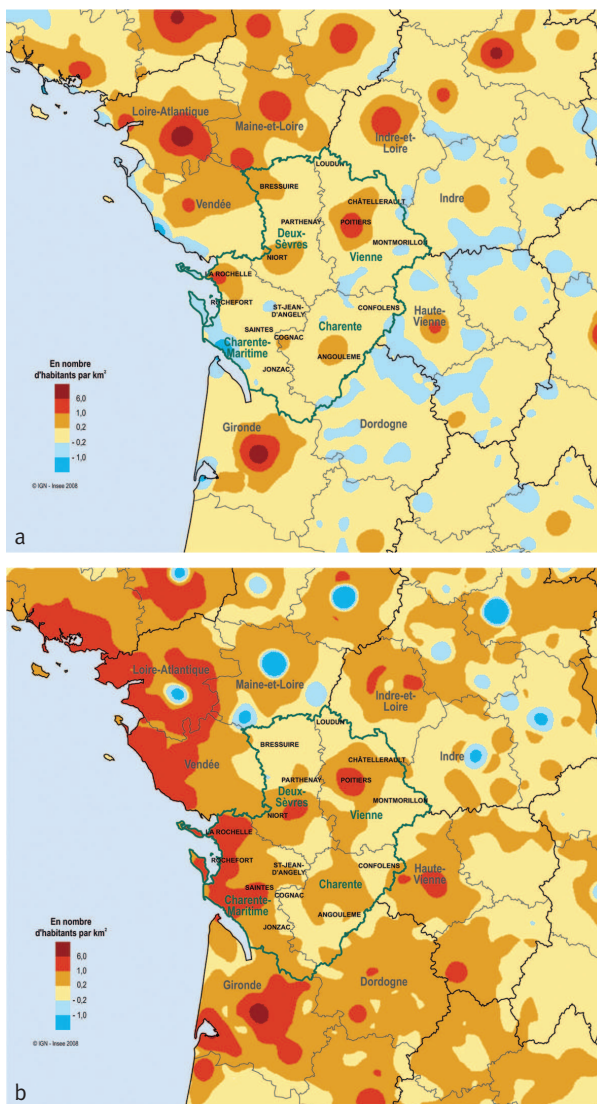
© IAAT Poitou-Charentes, D. Louis, in Sauzeau *et al.* (2010).

Figure 1.6. Évolution de la population sur le littoral de Poitou-Charentes (1990-2007).



© IAAT Poitou-Charentes, D. Louis, in Sauzeau *et al.* (2010).

Figure 1.7. Variation annuelle de la densité de population en Poitou-Charentes due au solde naturel (a) et au solde migratoire (b) entre 1999 et 2006.



Extrait de Insee Poitou-Charentes, 2009, Le littoral et les grandes agglomérations, moteurs de la croissance démographique, Poitiers, *Décimal* n° 286, 4 p., de Vye (2010), in Sauzeau *et al.*, 2010

L'attractivité du littoral conduit donc à un afflux de population qui semble s'installer dans le cadre de résidences secondaires. Cela introduit une vulnérabilité spécifique : un peu moins de 20 % de la population de La Faute-sur-Mer en 2006 ne se trouvait pas dans le département auparavant (Vye, 2010).

Des nouveaux éléments de vulnérabilité apparaissent donc : une population potentiellement peu avertie des dangers liés au littoral, seulement informée par le dossier risque de l'acquéreur immobilier et probablement moins informée des comportements à suivre en cas de tempête. L'étude menée par Lauriane Paul (2011) sur les habitants de La-Flotte-en-Ré et Loix montre une méconnaissance assez prononcée du risque de submersion par les habitants ainsi qu'une méconnaissance relative des sources d'information possible¹⁵. Les cultures du risque, de construction et de transmission de l'information apparaissent comme une vulnérabilité spécifique¹⁶.

■ La vulnérabilité des habitations

Un autre aspect de la vulnérabilité spécifique du littoral, notamment lorsqu'il est attractif, est la forte présence de résidences secondaires et leurs caractéristiques particulières. En effet, elles sont généralement de construction récente et inscrites dans un urbanisme de type lotissement.

Les communes littorales sont composées d'une part importante de résidences secondaires, occupées de manière non continue. À l'île de Ré par exemple, on compte davantage de maisons utilisées comme résidences secondaires que de résidences permanentes. Il y a aussi un grand nombre de maisons de vacances à L'Aiguillon-sur-Mer et à La Faute-sur-Mer (Kolen *et al.* 2010). Cela a d'ailleurs joué en faveur d'une réduction de l'exposition lors de Xynthia, la tempête ayant eu lieu fin février (bien que durant les vacances scolaires).

Les résidences secondaires ont souvent des caractéristiques différentes des résidences principales. Il y a un lien majeur entre le type de bâtiment et la mortalité causée par la submersion marine : les trois quarts des victimes sont décédées dans des maisons de plain-pied sans étage ou sans pièce refuge, où l'eau a atteint des hauteurs supérieures à la hauteur des plafonds (Vinet *et al.*, 2011, tiré de Mercier et Acerra, 2011).

Dans les années cinquante, la plupart des maisons ont été construites au niveau du sol, avec seulement un rez-de-chaussée. Dans les années 1960 et 1970, il était devenu habituel d'établir l'espace de vie des maisons au premier étage, environ deux mètres au-dessus du niveau du sol. Cela rend également les gens moins vulnérables aux conséquences des inondations. Cependant, l'architecture des nombreuses habitations construites entre 1980 et 2010 a été de nouveau inspirée par le style des années cinquante (Kolen *et al.* 2010), des maisons de plain-pied sans zone refuge et sans possibilité d'évacuation par le toit. Cela constitue un facteur de vulnérabilité accrue. De fait, toutes les personnes décédées à La Faute-sur-Mer habitaient dans des maisons construites depuis 1980 (Vinet *et al.*,

15. Ceci est à modérer compte tenu de la faiblesse de l'échantillon (20 personnes en entretien semi-directif).

16. Celle-ci fait l'objet d'une étude spécifique dans le chapitre 10 de cet ouvrage.

2011, tiré de Mercier et Acerra, 2011). Les volets électriques ont également constitué un facteur de vulnérabilité supplémentaire. Pour des raisons de sécurité des biens, l'installation de volets (ou de barres de fer) est encouragée par les compagnies d'assurance qui offrent des rabais sur les cotisations si des volets sont présents. Les maisons récentes sont souvent équipées de volets roulants électriques. Dans ce cas, si les volets roulants sont fermés pendant une inondation et il qu'il y a une panne de courant, la maison devient un « piège » d'où il est impossible de sortir (Kolen *et al.* 2010). La plupart des habitations n'avaient pas de toit ouvrant permettant aux habitants de s'extraire ou aux secouristes de pénétrer dans l'habitation. Il faut également mentionner le problème spécifique des vérandas sans clapet bas de la structure permettant une meilleure égalisation de la pression lors de la submersion. Cet élément a participé au narratif spectaculaire de l'événement sans qu'il soit possible d'y associer un nombre précis de victimes.

**État de l'art sur la France métropolitaine
(projet ANR-SCAMPEI, 2009-2011) (Michel Déqué)**

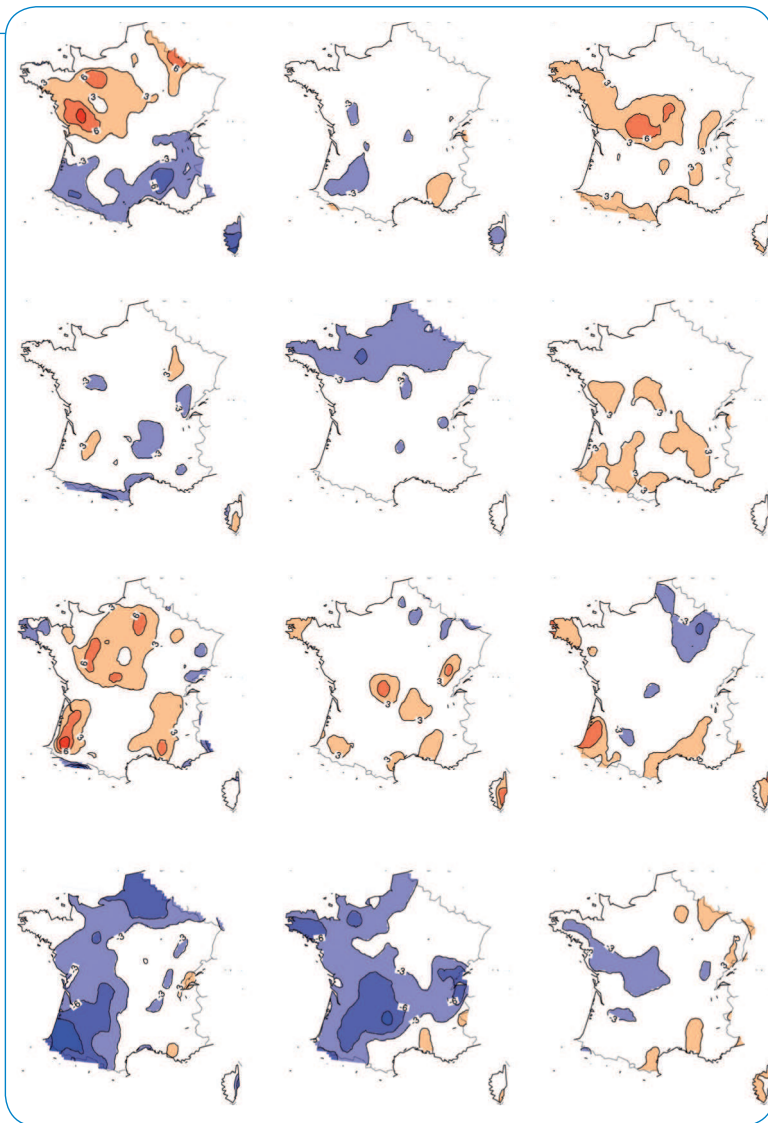
Dans le projet ANR-SCAMPEI (2009-2011) on dispose de trois modèles à haute résolution (10-20 km) sur la France et d'une représentation quantitativement réaliste des rafales de vent dans les modèles. On peut donc s'intéresser à l'évolution de l'intensité des tempêtes sur notre sol, sachant que leur nombre est à peu près stationnaire. Les résultats sont détaillés dans ce qui suit.

Dans la figure 1.8, issue du projet SCAMPEI, on s'intéresse pour chaque saison à la vitesse maximum du vent sur la période de 3 mois. Cette vitesse est ensuite moyennée sur 30 années simulées. Pour chaque modèle de climat (ALADIN, MAR et LMDZ), on dispose d'une simulation de 30 ans pour le climat de référence (années 1970) et d'une simulation de 30 ans pour un scénario lointain (années 2080, hypothèse A1B du Giec pour les gaz à effet de serre). On dispose aussi d'un scénario plus modéré (B1 du Giec) et d'un horizon plus proche (années 2040). Pour chaque saison et chaque modèle, les figures montrent l'augmentation ou la diminution en pourcentage de la valeur de référence pour l'intensité (*i.e.* vitesse moyenne du vent).

Les trois modèles sont loin d'un consensus sur l'augmentation de l'intensité des tempêtes, même sur la moitié Nord du pays. Également, l'impact est trop faible pour que nous puissions espérer le détecter avant une cinquantaine d'années, compte tenu de la variabilité interannuelle du phénomène, s'il faut en croire les modèles de climat.

Toutefois, s'il fallait tirer des enseignements des évolutions proposées par cette simulation, elles sont les suivantes. En général, l'augmentation du vent maximum annuel est de 3 % quand il y a accroissement. En particulier, c'est avec le modèle ALADIN en hiver (carte en haut à gauche) que l'impact est le plus fort ; l'évolution pourrait atteindre jusqu'à 9 % sur le Centre-Ouest très localement.

Figure 1.8. Accroissement relatif (%) du vent maximum annuel pour chaque saison de l'année (de haut en bas : hiver, printemps, été, automne) entre un climat de référence et un scénario de fin de XXI^e siècle vu par trois modèles : ALADIN (gauche), LMDZ (centre) MAR (droite) ; isolignes ± 3 %, ± 6 % et ± 9 %.



I Les digues

Les digues ont été un potentiel facteur d'accroissement de la vulnérabilité (voire de la mortalité) plutôt qu'une prévention efficace diminuant l'exposition et la vulnérabilité. Les 41 victimes décédées par submersion marine ont péri dans des secteurs classés comme protégés par des digues et presque toutes à moins de 400 m de ces protections, sauf à Charron. Des kilomètres de digues ont été endommagés par la mer. Historiquement, la finalité des digues à la mer était la protection de terres agricoles et non de zones urbaines. La rupture de digues liée à la submersion a aussi été aggravée par le manque de suivi des ouvrages, certains étant alors dans un état défectueux. Il convient de s'interroger sur le rôle incitatif que les protections ont joué dans l'urbanisation des zones à risque, participant ainsi à l'augmentation de l'exposition et à une réduction de la gestion active du risque (Vinet *et al.*, 2011, tiré de Mercier et Acerra, 2011).

De plus, lors du phénomène de rupture, on observe une plus forte exposition de personnes situées à l'arrière des digues ou la montée d'eau plus rapide et « violente » réduit le temps de réaction. Ceci justifie la bande de sécurité des 100 m soumise à des restrictions d'urbanisation à l'arrière immédiat des digues.

Dans le cas spécifique de La Faute-sur-Mer, la situation géographique d'une presqu'île entre mer et estuaire a été déterminante. Les digues le long du Lay ont été débordées, sans qu'il y ait rupture. Dans ce cas précis, la plus grande quantité d'eau est entrée dans le village en débordant par l'arrière des protections côtières. Conjointement, de grands volumes d'eau ont commencé à couler sur les digues à L'Aiguillon-sur-Mer. L'eau a causé une érosion régressive à la base des protections, ce qui a entraîné la rupture des digues en deux endroits, avec des brèches d'environ 10 à 15 mètres de largeur (BRGM, 2010). La contribution de Manuel Garcin et Rodrigo Pédreros (chapitre 2) revient en détail.

Bilan matériel

LES DÉGÂTS MATÉRIELS ONT ÉTÉ IMPORTANTS DANS PLUSIEURS RÉGIONS (toitures arrachées, éboulements, chutes d'arbres et dégâts des eaux notamment). Des infrastructures routières, portuaires, ferroviaires ont été détruites ou fortement endommagées. Plusieurs secteurs économiques ont été touchés.

I Électricité

Selon ERDF (Électricité Réseau Distribution France), le 28 février, plus d'un million de foyers sont été privés d'électricité, dont 320 000 dans l'Ouest et 375 000 en Auvergne, Centre et Limousin¹⁷. Deux jours après la tempête, 22 000 foyers étaient encore privés

17. Information ERDF diffusée par *Le Figaro*. <http://actualite.lefigaro.fr/electricite-foyers-passage-tempete-france-xynthia-erdf.html>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

d'électricité, dont 5 000 personnes en Charente-Maritime, 4 800 en l'Indre-et-Loire et 4 700 en Loir-et-Cher¹⁸.

I Transports et infrastructures

Entre La Rochelle et Rochefort, la voie ferrée qui longe le littoral de l'Atlantique a subi de gros dommages matériels. Les dégâts sur les voies étaient très importants à plusieurs emplacements. Près de 3 km de lignes étaient à reconstruire, notamment sur les communes d'Yves et d'Aytré, contraignant à la fermeture totale à la circulation des trains du 28 février au 23 avril 2010¹⁹.

Le trafic était très perturbé sur plusieurs axes routiers et la frontière franco-espagnole provisoirement fermée. Les ponts reliant les îles de Ré et d'Oléron, mais aussi le pont d'Aquitaine à Bordeaux, ont été fermés à toute circulation. À cause de la chute d'arbres sur les rails et les chaussées, plusieurs routes ont été fermées et les trains circulant dans l'Ouest de la France ont eu plusieurs heures de retard. Dans les airs, une centaine de vols a été annulée par mesure de précaution²⁰.

En termes de coûts directs agrégés, le département de Charente-Maritime indique un coût budgété de 6 M€ pour la réfection des routes départementales et 3,3 M€ pour les ports départementaux.

En ce qui concerne les ouvrages de protection, environ 200 km de digues ont été endommagés, et 75 km de digues sont à reconstruire en Vendée (sur 103 km) et 120 km (sur 224) en Charente-Maritime²¹. En Gironde, sur les 433 km de digues du département, 20 % ont été considérées comme dégradées et 30 % dans un état moyen qui n'assure pas leur stabilité²². De nombreux ports ont été également inondés ; des bateaux, des pontons, des passerelles et des appontements ont été détruits et des maisons autour des ports inondées. Les digues le long des côtes de la Normandie, la Picardie et le Nord-Pas-de-Calais ont également subi des dégâts. Les dégâts de digues en Normandie s'élèvent à environ 4 millions d'euros. Les digues de gravier de Cayeux-sur-Mer ont dû aussi être réparées.

Localement, l'effondrement de dunes fut important. Les vagues ont joué là un rôle important. Même près de Bordeaux, 70 km de dunes ont été endommagées le long de la commune de Lacanau (Kolen *et al.*, 2010).

18. <http://tempsreel.nouvelobs.com/actualite/societe/20100302.FAP1720/tempete-22-000-foyers-toujours-prives-d-electricite-mardi-a-18h.html>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

19. Information selon le site d'information professionnel sur les trains « webtrains » <http://www.webtrains.net/actualites.php?article=1000002788>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

20. <http://actualite.lefigaro.fr/ouest-france-vents-violents.html>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

21. Rapport du ministère de l'Environnement : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP_Xynthia.pdf. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

22. Rapport du Sénat, 2010, disponible à : <http://www.senat.fr/rap/ro9-554/ro9-5541.pdf>

Comparaison historique à d'autres tempêtes (François Vinit)

Bien que le bilan humain imputable à la tempête Xynthia soit très lourd (47 victimes en France, la plupart en Vendée et en Charente-Maritime consécutivement au phénomène de submersion marine), d'un point de vue strictement météorologique la France a déjà connu dans un passé relativement proche d'autres tempêtes plus violentes.

La figure 1.9 ci-dessous présente l'estimation de la superficie touchée par les vents forts pour les tempêtes les plus remarquables de ces 30 dernières années. En terme de surface concernée par des vents supérieurs à 100 km/h, on remarque que Xynthia arrive en deuxième position derrière Lothar (25 et 26 décembre 1999, surnommée aussi « première tempête de Noël 1999 »), mais devant Martin (27 et 28 décembre 1999, « seconde tempête de Noël 1999 »).

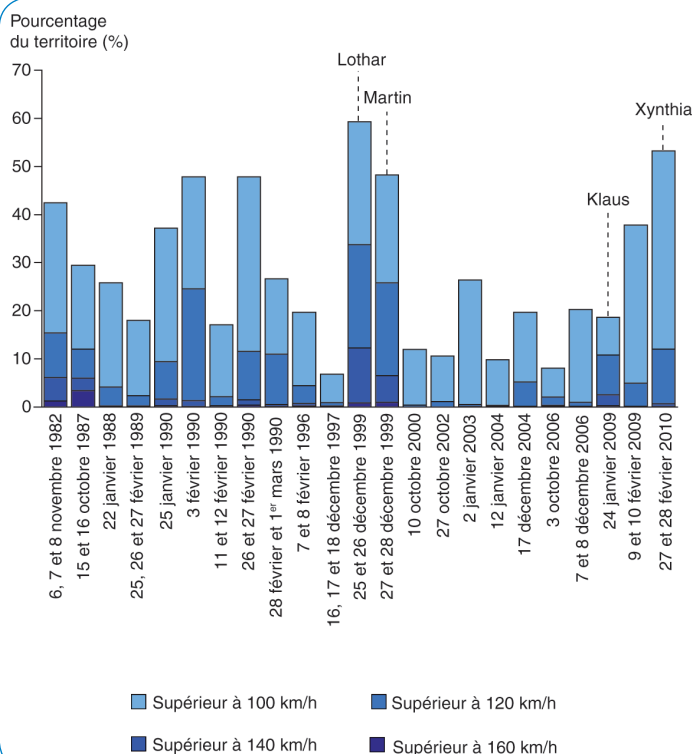


Figure 1.9. Superficie touchée par les vents forts pour les tempêtes remarquables ayant affecté la France métropolitaine depuis 1980 (pourcentage de la surface totale du territoire métropolitain).

Comparaison historique à d'autres tempêtes (François Vinit) (suite)

Si cette zone de vents forts est donc remarquablement importante pour Xynthia, il n'en va pas de même pour la superficie concernée par les vents plus forts (supérieurs à 120 ou 140 km/h).

Il est clair qu'à l'examen de la superficie touchée par des vents supérieurs à 120 km/h, Xynthia se situe au 5^e ou 6^e rang parmi les tempêtes remarquables depuis 1980, loin derrière les mémorables tempêtes de Noël 1999.

En terme de vitesse de vent extrême (catégorie des vents supérieurs à 160 km/h sur la figure 1.9), la tempête qui fait référence en France est certainement celle des 15 et 16 octobre 1987, bien qu'elle n'ait concerné que l'ouest et le nord-ouest du pays. Sur les côtes bretonnes et normandes, les vents ont été le plus souvent supérieurs à 170 km/h. À Granville (Manche) et à la pointe du Raz (Finistère), les rafales ont même atteint 216 km/h, ce qui constitue à ce jour le record pour la France métropolitaine (hors montagne).

Il est clair que la tempête Xynthia a été moins sévère (en terme de vitesses maximales de vent) que les tempêtes de Noël 1999, Klaus ou encore la tempête des 15 et 16 octobre 1987.

Tourisme

L'économie touristique a été fortement touchée dans la Charente-Maritime et la Vendée dont les campings, les hôtels et de nombreux restaurants ont été gravement endommagés²³. Avec moins de 10,9 millions de nuitées en 2010, la fréquentation dans les campings et les hôtels de la région a diminué de 2,6 % par rapport à 2009. La fréquentation dans les campings a reculé en 2010, après toutefois une très bonne saison en 2009. Près des deux tiers de la baisse seraient attribuables aux conséquences de la tempête Xynthia²⁴.

Les Hautes-Pyrénées ont également été touchées, et plusieurs équipements des stations de ski ont été détruits par les vents violents de 200 km/h²⁵.

Ostréiculture et aquaculture

Les îles d'Oléron, de Ré, d'Aix et l'île Madame ont été particulièrement touchées. Dans l'île voisine d'Oléron, des bateaux d'ostréiculteurs ont été purement et simplement emportés par la montée des eaux²⁶. En Charente-Maritime, l'ostréiculture a subi de plein fouet la

23. <http://www.lefigaro.fr/conso/2010/07/15/05007-20100715ARTFIG00598-tourisme-se-relever-apres-xynthia.php>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

24. http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=12&ref_id=17384. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

25. <http://lci.tf1.fr/france/faits-divers/2010-02/800-000-foyers-privés-d-electricite-un-mort-5712928.html>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

26. <http://www.lefigaro.fr/actualite-france/2010/03/01/01016-20100301ARTFIG00009-quinze-vendeens-sont-morts-noyes-dans-leur-maison-.php>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

Tableau 1.1. Pertes de récolte et manques à gagner en Charente-Maritime (note de la Chambre d'agriculture).

	Pertes de récoltes et manques à gagner			Pertes de fonds	Total
	2010	2011	2012		
Grandes cultures	7 366 800	2 629 100	1 479 000	16 728 500	28 203 400
Surfaces fourragères	5 231 200	1 068 700	575 100	2 370 000	11 885 000
Vignes et pomme de terre	1 148 000	776 000	162 500	211 500	2 298 000
Activité salicole	700 000	-	-	400 000	1 100 000
Autres productions	2 000 000			Estimation en cours	(2 000 000)
Entreprise de services agricoles	1 000 000				1 000 000
Total	17 446 000	4 473 800	2 216 600	22 350 000	46 486 400

conjonction des vents violents et des grandes marées ; la filière a été totalement détruite²⁷. Les pertes directes pour l'aquaculture ont finalement été estimées pour les départements de Charente-Maritime et Vendée à 60 millions d'euros (Guillet et Ballay, 2011). Des pertes indirectes sont également à déplorer avec la diminution plus ou moins temporaire de zones favorables à l'ostréiculture. Ainsi, sur l'île de Ré les digues ont cédé en plusieurs points et les villages de la côte nord, dotés de ports, ont subi également l'intrusion de la mer, principalement à La Flotte.

I Agriculture

Dans le domaine de l'agriculture, les dégâts ont été extrêmement importants. En Charente-Maritime, 40 000 hectares de surfaces agricoles ont été touchés par la marée de tempête, soit environ 10 % des terres utiles cultivées du département. Ces terres agricoles, brûlées par le sel, seront infertiles pendant plusieurs années²⁸. En Vendée, quelque 4 500 hectares ont été inondés dans le marais poitevin et la région de l'Aiguillon, et 2 000 hectares dans le marais breton vers Chalans²⁹. L'île de Ré compte 150 hectares de pommes de terre AOC et 600 hectares de vignes, qui ont subi de lourds dommages³⁰. Plusieurs milliers de

27. <http://www.latribune.fr/depeches/associated-press/xynthia-la-charente-maritime-tente-de-panser-ses-plaies.html>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

28. FFSA/Gema, 2010, voir bibliographie.

29. <http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2010/03/02/01011-20100302FILWWW00556-tempete-45000-ha-de-terres-inondees.php>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

30. Chambre d'agriculture de Charente-Maritime, 2010

Évolution de la fréquence des tempêtes en France au cours des 50 dernières années (Michel Déqué)

Les tempêtes, notamment les plus intenses, restent des phénomènes relativement rares que les observations de vent ont eu du mal à caractériser jusqu'au milieu du xx^e siècle : il existe donc peu d'informations robustes sur l'évolution de leur fréquence d'occurrence. Sur la France, compte tenu de la faible profondeur des séries d'observations de qualité, les méthodes directes basées sur l'analyse des mesures locales du vent sont limitées au dernier demi-siècle. De plus, les mesures de vitesse de vent ont une qualité variable en fonction de l'époque : en effet, jusqu'à la fin des années 1970, un capteur anémométrique de type « Papillon » était utilisé sur de nombreux sites. Ce type de capteur est réputé surestimer les vents forts, typiquement de l'ordre de 10 %.

La principale étude réalisée à partir des observations de vents en France métropolitaine a été réalisée par Météo-France en 2002 et concerne la période 1950-1999. Dans cette étude, pour différencier les tempêtes des coups de vent locaux associés aux orages ou aux reliefs, les tempêtes y sont définies en fonction du pourcentage de stations du réseau de mesure ayant enregistré des vents maximums instantanés supérieurs à 100 km/h.

Ainsi, dans cette étude, une « tempête » (respectivement une « forte tempête ») est définie comme une situation pour laquelle des vents maximums instantanés supérieurs à 100 km/h ont été observés dans au moins 5 % (respectivement 20 %) des stations du réseau. Cette classification intéressante présente toutefois le défaut, très relatif, d'assimiler l'étendue d'une tempête à son intensité.

Sur cette base, 734 tempêtes ont été dénombrées au cours de la période d'étude, soit en moyenne 14,7 tempêtes par an. L'analyse met en évidence une forte variabilité interannuelle (voir figure 1.10) avec seulement 7 tempêtes, 1997 et 1968 ont été

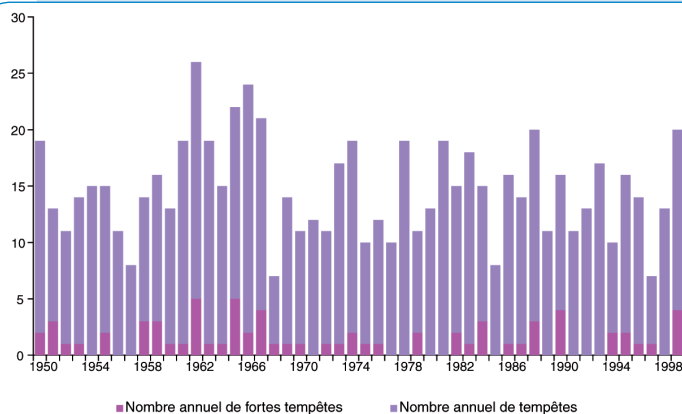


Figure 1.10. Nombre annuel de tempêtes entre 1950 et 1999 (Météo-France).

Évolution de la fréquence des tempêtes en France au cours des 50 dernières années (Michel Déqué) (suite)

les années les plus calmes, alors qu'avec 26 occurrences, 1962 a été la plus tempétueuse. Les fortes tempêtes sont heureusement beaucoup plus rares. 71 événements de ce type ont été observés au cours de la période 1950-1999, ce qui correspond en moyenne à 1,4 forte tempête par an. Avec 5 cas, 1965 et 1962 détiennent le record d'occurrence de fortes tempêtes. Outre le recensement des événements, cette étude montre aussi qu'aucune tendance significative ne peut être dégagée sur cette période concernant l'évolution du nombre de tempêtes en France, le signal étant dominé par d'importantes fluctuations de fréquences décennale ou multi-décennale.

Deveton C., 2002. L'évolution du nombre de tempêtes en France sur la période 1950-1999. *La Météorologie*, 37, 46-56.

bovins, moutons ou chèvres ont dû être déplacés par bateau ou par bétailière après l'événement et un millier de cadavres d'animaux ont été ramassés dans les champs³¹.

En Charente-Maritime, région la plus touchée, le total de dégâts estimés par la profession agricole est de près de 50 millions d'euros (tableau 1.1).

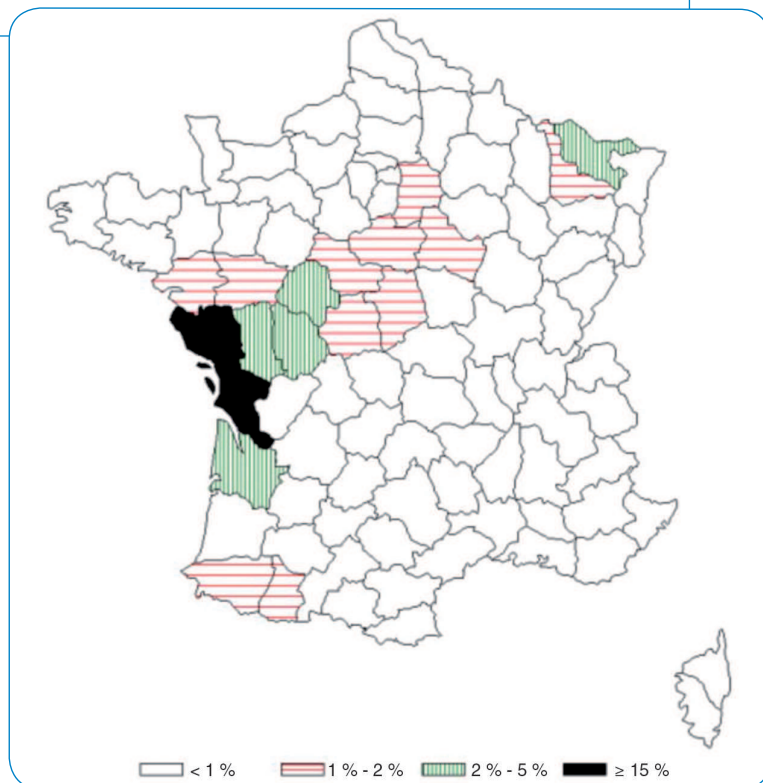
Une estimation précise pour les pertes agricoles a été proposée par Guillet et Ballay (2011) pour le ministère de l'Agriculture. Deux types de dégât ont été à déplorer dans la filière agricole. Tout d'abord, les fortes rafales de vent ont endommagé les exploitations maraîchères, horticolas et pépinières en affectant les installations par action mécanique (bâtiments et matériels). Une centaine d'exploitations en Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loire-Atlantique, Deux-Sèvres et Vendée ont été touchées.

Ensuite, la submersion marine a produit à la fois une destruction directe et une salinisation des terres responsables de pertes plus importantes. La Charente-Maritime et la Vendée ont ainsi été concernées par plus de 32 000 hectares ennoyés, alors que l'eau est remontée sur plusieurs kilomètres avec un retrait étalé entre 2 et 15 jours. C'est ainsi 956 exploitations qui ont été affectées, dont 268 ont eu plus de la moitié de leurs terres touchées. La salinisation induit des pertes de rendement sur plusieurs années, en sus des dommages directs et pertes de récolte de l'année.

La perte pour les forêts est de 700 000 m³ de bois chablis, ainsi que de nombreux travaux de remise en sécurité des forêts. Les travaux de sécurisation ont également concerné les cordons dunaires. Les dommages totaux pour l'agriculture et la forêt sont estimés à 70 millions d'euros hors assurance (Guillet et Ballay, 2011).

31. <http://info.france2.fr/france/tempete-xynthia-au-3e-jour-des-recherches-61441820.html>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

Figure 1.11. Répartition de l'ensemble des indemnités selon les départements touchés.



Source FFSA.

Le coût de la tempête en France³²

EN MARS 2010, UNE PREMIÈRE APPROXIMATION ÉVALUAIT LE COÛT TOTAL DE LA TEMPÊTE³³ entre 1 et 1,2 milliard d'euros pour l'ensemble des compagnies d'assurance françaises³⁴.

32. Cette question est abordée plus en détail pour le cas des pertes assurantielles dans le chapitre 10 de cet ouvrage.

33. <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2010/03/03/04016-20100303ARTFIG00401-xynthia-coutera-un-milliard-aux-assureurs-.php>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

34. <http://www.lefigaro.fr/assurance/2010/03/05/05005-20100305ARTFIG00455-xynthia-coutera-au-moins-12-milliard-aux-assureurs-.php>. Consulté le 1^{er} décembre 2011.

Ces premières estimations ont été revues à la hausse et ont été portées par la Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) à 1,5 milliard d'euros en avril 2010 (800 millions d'euros pour les conséquences du vent et 700 millions pour les inondations).

En juin 2010, le montant total des dégâts directement provoqués par la tempête Xynthia a été évalué par le Sénat à plus de 2,5 milliards d'euros³⁵. Selon l'étude finale de la FFSA et du Gema (Groupement des entreprises mutuelles d'assurance) (FFSA/Gema, 2010), d'après les données recueillies au 31 décembre 2010, le bilan matériel de Xynthia était confirmé à plus de 2,5 milliards d'euros de dommages directs, dont 1,5 milliard à la charge des assureurs (dont 745 millions d'euros pour les dommages causés par les seules inondations), pour un total d'environ 470 000 sinistres, plus de 500 exploitations agricoles représentant 52 000 hectares inondés, et près de 200 km de digues à reconstruire.

Plus de la moitié des indemnités totales versées se concentre sur deux départements : la Charente-Maritime qui en représente 37,6 % (soit 555 M€) et la Vendée pour 16,4 % (soit 245 M€). Les autres départements totalisent quant à eux moins de 5 % des indemnités chacun (figure 1.11).

La comptabilisation des dégâts nationaux afin de recourir aux fonds européens retiendra une évaluation de 2 379 millions d'euros, biens assurés compris (Guillet et Ballay, 2011). Cela ne dépassait pas le seuil de 3400 millions d'euros nécessaire à la caractérisation d'une « catastrophe majeure » au sens du Fonds de solidarité de l'Union européenne (FSUE). Toutefois, une caractérisation régionale a été retenue pour un certain nombre de communes arguant du caractère élevé des pertes sur une zone géographique réduite. Ainsi, pour 10 communes de Vendée et 36 de Charente-Maritime, 1 425 millions d'euros de dommages (dont la moitié de dommages assurés) ont été comptabilisés, soit plus de la moitié des pertes totales. Finalement, 35,6 millions d'euros ont été attribués au titre du FSUE. Le coût de Xynthia est inférieur à celui de la tempête Klaus du janvier 2009, évalué par la FFSA à 1,68 milliard d'euros à la charge des assureurs, pour 740 000 sinistres constatés. Le désastre le plus onéreux des vingt dernières années reste lié aux tempêtes Lothar and Martin de 1999³⁶, avec ses 6,5 milliards d'euros de dégâts³⁷.

Le coût pour l'État et les collectivités publiques

POUR L'ÉTAT, IL FAUT DISTINGUER DIFFÉRENTS POSTES DE DÉPENSE. Tout d'abord, la mise en place des zones de solidarité a occasionné un prélèvement sur le Fonds de prévention de

35. Rapport du Sénat, 2010.

36. Le coût global, pour les assureurs, des inondations survenues dans le Var les 15 et 16 juin 2010 est d'environ 1 milliard d'euros de dommages directs, dont 615 millions d'euros à la charge des assureurs, d'après les évaluations de la FFSA et du Gema au 31 mai 2011. Les inondations du Var constituent le deuxième événement naturel le plus coûteux de l'année 2010, juste après la tempête Xynthia.

37. Risk Management Solution (RMS), 2000.

risques naturels majeurs (dit Fonds Barnier) de 225 M€, dont 200,5 M€ ont été engagés en date du 2 février 2011³⁸.

Ensuite, le plan « Dignes » a occasionné un coût de 42,6 M€, pour la réfection d'ouvrages côtiers (cordons dunaires compris) de 163 km en Vendée et 120 km en Charente-Maritime. 26,2 M€ ont été versés par l'État (ministère et Fonds Barnier), 7,5 M€ au titre du Fonds de Solidarité de l'Union Européenne (voire section précédente). Le reste a été à la charge des propriétaires, ou le plus souvent des collectivités locales (qu'elles soient propriétaires ou non).

L'État a également accordé 11,5 M€ aux agriculteurs au titre du fonds pour les calamités agricoles. 20 M€ d'aides exceptionnelles à l'aquaculture (pisciculture, conchyliculture, ostréiculture) ont été débouqués. Un plan d'aides aux PME via le Fonds d'intervention pour les services l'artisanat et le commerce, réservé aux entreprises de moins de 1 million de chiffre d'affaires, a été provisionné à hauteur de 5,5 M€.

Enfin, il convient de s'intéresser aux performances financières de la Caisse centrale de réassurance, pierre angulaire du système Cat-Nat français puisqu'elle assure la réassurance liée à la garantie « Catastrophe naturelle ». L'État est actionnaire à 100 % de l'entité, ce qui conduit souvent à invoquer un système de solidarité nationale³⁹. 1555 communes dans 12 départements ont été déclarées en « état de catastrophe naturelle » suite à Xynthia pour un coût de 360 M€ pour la CCR. Xynthia est un des sinistres majeurs de 2010 pour la CCR. Celle-ci a conclu l'année en déficit technique de 85,1 M€. Pour mémoire, l'année 2009 avait permis un bénéfice de 446 M€.

Les collectivités territoriales supportent également des coûts budgétaires. La Région Poitou-Charentes par exemple indique 11,5 M€ dépensés, dont 1,2 M€ en aide direct aux sinistrés, 1 M€ dans la construction de 200 logements sociaux, 1 M€ de soutien à la reconstruction des biens non assurables, des aides directes aux entreprises et un plan de reprise du tourisme. La Région Pays-de-la-Loire annonce une aide totale de 20 M€, répartie entre « la solidarité avec les familles et les communes sinistrées (1,8 M€), la sauvegarde et la relance de l'activité économique (7,5 M€), et le financement de la reconstruction des infrastructures de protection du littoral (10,7 M€). »

Le département de Charente-Maritime indique lui aussi des dépenses conséquentes puisque 2,2 M€ apparaissent avoir été engagés au niveau des digues, 1 M€ en aide aux personnes, 3 M€ en aides aux entreprises, 500 000 € à la filière agricole, 6 M€ pour la réfection des routes départementales ou encore 3,3 M€ pour les ports départementaux. Il n'est pas possible de savoir si ces coûts concernent uniquement des coûts en propre, où s'ils comprennent également des aides de l'État ou recoupent d'autres aides. Le

38. Au 2 février 2011, 794 actes de vente ont été signés pour 200,5 M€ dont : 325 actes pour 94,75 M€ en Charente-Maritime, 469 actes pour 105,8 M€ en Vendée. Source : ministère du Développement durable : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-apres-Xynthia-une-action-forte.html>

39. Ce système permet un lissage dans le temps dont l'atout n'est pas négligeable.

Conseil général de Vendée indique des dépenses de 5,3 M€ pour les digues et 1,5 M€ pour l'agriculture⁴⁰.

Il convient de relativiser ces dépenses budgétaires qui doivent être appréciées à l'aune des investissements effectués pour le futur, par anticipation bien souvent, et de leurs bénéfices potentiels. Toutefois, le coût pour la trésorerie des collectivités concernées, et donc les choix qui peuvent être effectués, n'est pas neutre.

Conclusion

XYNTHIA EST UN DES ÉVÉNEMENTS NATURELS LES PLUS MEURTRIERS QU'AIENT CONNU L'HISTOIRE DE LA FRANCE MÉTROPOLITAINE et le premier « phénomène côtier » d'ampleur en France métropolitaine⁴¹. Une tempête, somme toute assez banale sur le plan météorologique, est devenue un événement exceptionnel en raison d'une conjonction remarquable de facteurs aggravants. L'ampleur des conséquences par le nombre de décès, les dommages sur les habitations, l'agriculture, la conchyliculture et enfin le tourisme, s'explique par de nombreuses raisons. Les digues, construites à l'origine pour protéger des terrains agricoles, ont démontré leur incapacité à protéger des habitations et leur rupture a été aggravée par le mauvais état des ouvrages. Durant les quarante dernières années, la population dans les communes les plus touchées a augmenté de plus de 30 %. L'urbanisation en pleine zone à risque a favorisé l'augmentation des enjeux, comme le démontre le fait que la totalité des victimes de La Faute-sur-Mer habitait dans des maisons construites depuis les années 1980. Au-delà des aspects météorologiques et physiques, la catastrophe apparaît donc avant tout liée à une grande vulnérabilité des populations, des logements, et des activités économiques.

Références bibliographiques

- Chadenas C., Pottier P., Mercier D., Chauveau É., Pourinet L., 2011. Le prix d'une urbanisation abusive, *In : Xynthia, une tragédie prévisible*. Place Publique, Hors Série, 25-30.
- Guillet M., Ballay L.P., 2011. La tempête Xynthia, Cahier Thématique Risque Naturel du Conseil Général de l'Alimentation de l'Agriculture et des Espaces Ruraux, « Les risques naturels, conséquence sur l'agriculture et la forêt », vol XIII avril 2011.
- Kolen B., Slomp R., van Balen W., Terpstra T., Bottema M., Nieuwenhuis S., 2010. Learning from French experiences with storm Xynthia: Damages after a flood. HKV LIJN IN WATER and Rijkswaterstaat, Waterdienst.

40. Il n'est pas possible de savoir si l'ensemble de ces crédits ont été utilisés, il s'agit d'affectation budgétaire.

41. Exception faite de la tempête Martin en 1999 qui, malgré un événement côtier en Gironde, reste associée à une tempête de vent.

- Louis D., 2010. Regard de l'IAAT : l'information géographique pour comprendre l'événement, Journées d'étude « Expliquer Xynthia, comprendre le phénomène », Région Poitou-Charentes, 24 juin 2010, maison de la Région Poitiers, 37-44.
- Mercier D., Acerra M., 2011. *Xynthia, une tragédie prévisible*. Place Publique, Hors Série, février 2011, 63 p.
- Pineau-Guillou L., Lathuilière C., Magne R., Louazel S., Corman D., Perherin C., 2010. Caractérisation des niveaux marins et modélisation des surcotes pendant la tempête Xynthia, 625-634, http://www.paralia.fr/jngcgc/11_73_pineau.pdf.
- Przyluski V., Hallegatte S., 2012. Xynthia, une approche par l'économie politique, In : *Gestion des risques naturels – Leçons de la tempête Xynthia* (V. Przyluski, S. Hallegatte, coord), Quae, pp. XXX-XXX.
- Sauzeau *et al.*, 2010. Contributions des journées d'étude « Expliquer Xynthia, comprendre le phénomène », 79 pages, Région Poitou-Charentes, 24 juin 2010, maison de la Région Poitiers.
- Verger F., Chaumillon E., 2010. Xynthia : zones d'ombre sur les zones noires. *Études foncières* n° 145, mai-juin 2010, pp. 6-9.
- Vinet F., Defossez S., Leclerc J.R., 2011. Comment se construit une catastrophe, In : *Xynthia, une tragédie prévisible*. Place Publique, Hors Série, 9-18.
- Vye D., 2010. Quand Xynthia fait rimer attractivité du littoral avec vulnérabilité, Journées d'étude « Expliquer Xynthia, comprendre le phénomène », Région Poitou-Charentes, 24 juin 2010, maison de la Région Poitiers. pp. 18-24.

Documents publics

- Assemblée Nationale, 2010. Rapport d'information sur les raisons des dégâts provoqués par la tempête Xynthia, n° 2697, présenté par M. Jean-Louis Léonard, député.
- BRGM, 2010. Tempête Xynthia : compte rendu de mission préliminaire, BRGM/RP-5826-FR.
- Caisse nationale de réassurance, 2010. Rapport d'activité.
- Chambre d'agriculture de Charente-Maritime, 2011. Note de la Direction Départementale des territoires et de la mer, février 2011, http://www.charente-maritime.chambagri.fr/fileadmin/publication/CA17/Xynthia/Flashs/Xynthia_bilan_1_an.pdf
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) et Groupement des entreprises mutuelles d'assurance (Gema), 2010. Synthèse de la tempête Xynthia du 28 février 2010, <http://www.ffsa.fr/sites/upload/docs/application/pdf/2011-06/bilanxynthia28022011.pdf>
- Fonds d'intervention dans les services le commerce et l'artisanat, 2010. Rapport d'activité.
- Paul L., 2011. Définition des critères de l'acceptation sociale des submersions marines par la population, application à Xynthia, projet de fin d'études de l'École Polytechnique de l'Université de Tours dirigé par Marc-André Philippe.
- Risk Management Solutions, 2000. Les tempêtes Lothar et Martin, http://www.rms.com/publications/Lothar_Martin_Event.pdf
- Sénat, Rapport d'information, au nom de la mission commune d'information sur les conséquences de la tempête Xynthia, 2010. n° 647, président M. Bruno Retailleau, sénateur (Tome 1 Rapport, Tome 2 Auditions).

Sites internet

- Conseil général de Charente-Maritime, 2011. Dossier de Presse « Xynthia, un an après » http://charente-maritime.fr/CG17/jcms/cg17_69075/dp-xynthia-1-an-apres?hlText=Xynthia

Conseil général de Vendée, 2011. <http://www.vendee.fr/actualites/3323/1.htm>
<http://www.vendee.fr/actualites/3189/1.htm>

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (MEDDM). « Xynthia, un an après »

Sur le logement et les zones de solidarité : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-apres-Xynthia-une-action-forte.html>

Sur les digues, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Suite-de-la-tempete-Xynthia-des.html>

Région Pays-de-la-Loire, 2011. « Xynthia, un an après », [http://www.paysdelaloire.fr/affichage-des-diaporamas/diaporama-accueil/?tx_oxcsdiaporama_pi1\[image\]=115&tx_oxcsdiaporama_pi1\[diaporama\]=5&cHash=d3c92a9153](http://www.paysdelaloire.fr/affichage-des-diaporamas/diaporama-accueil/?tx_oxcsdiaporama_pi1[image]=115&tx_oxcsdiaporama_pi1[diaporama]=5&cHash=d3c92a9153)

Région Poitou-Charentes, 2011. « Xynthia, un an après », <http://www.poitou-charentes.fr/actus-region/a-la-une/-/alaune/47f7f575-43e1-11e0-84f5-dfe1a9c9c022>